

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 8月12日

出願番号

Application Number: 特願2002-234285

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-234285 ]

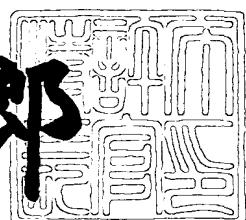
出願人

Applicant(s): アルプス電気株式会社

2003年 3月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3019611

【書類名】 特許願

【整理番号】 021075AL

【提出日】 平成14年 8月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01C 10/30

【発明の名称】 可変抵抗器

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

【氏名】 畑山 正人

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 可変抵抗器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 抵抗体と、前記抵抗体の表面を摺動する摺動子を備えた可変抵抗器において、

前記抵抗体が、バインダー樹脂中に少なくともカーボンブラックと第1の補強材を分散させた第1の抵抗層と、バインダー樹脂中に少なくともカーボンブラックと前記第1の補強材よりも平均粒子径の小さな第2の補強材を分散させた第2の抵抗層とを有しており、前記第1の抵抗層の表面に前記第2の抵抗層が積層されていることを特徴とする可変抵抗器。

【請求項2】 前記第2の補強材の平均粒子径が、0.1μm以上1μm未満である請求項1記載の可変抵抗器。

【請求項3】 前記第2の補強材が球状粒子である請求項1または2記載の可変抵抗器。

【請求項4】 前記第2の抵抗層内に含まれる前記第2の補強材の含有率が、5体積%～30体積%の範囲である請求項1ないし3のいずれかに記載の可変抵抗器。

【請求項5】 前記第1の補強材の平均粒子径が1μm以上10μm以下である請求項1ないし4のいずれかに記載の可変抵抗器。

【請求項6】 前記第1の補強材が、カーボンファイバーを粉碎したものである請求項1ないし5のいずれかに記載の可変抵抗器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、摺動子が抵抗体の表面を摺動して抵抗値が可変する可変抵抗器に係わり、特にマイクロリニアリティ特性に優れた可変抵抗器に関する。

【0002】

【従来の技術】

抵抗体の表面を接点摺動子が摺動する可変抵抗器においては、主に耐摩耗性に

優れ長期の動作寿命を実現することが求められている。従来の前記可変抵抗器としては、例えば特開平3-233904号公報や特許第2889792号公報などに記載されたものがある。

#### 【0003】

前記特開平3-233904号公報に記載された可変抵抗器は、樹脂中にカーボンブラックとカーボンファイバーを分散させた抵抗ペーストをスクリーン印刷することによって抵抗体が形成されており、抵抗体表面に突出した硬質なカーボンファイバーが前記摺動子を支えることで抵抗体表面の摩耗を防止するというものである。また特許第2889792号公報に記載された可変抵抗器は、カーボンファイバーを含む下層抵抗層に、カーボンファイバーを含まないカーボンブラックが分散された上層抵抗層を積層した抵抗体が設けられている。この可変抵抗器では摺動子が上層を摺動することにより、摺動子がカーボンファイバーによつて摩耗しにくくしている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記従来のようにカーボンファイバーを含む抵抗体を有している可変抵抗器は、カーボンファイバーの粒子直径が5~40μm、纖維長さが5~100μmと大きいため、抵抗体の表面粗さ（中心線平均粗さ）が粗くなり、可変抵抗器の精度を指標するマイクロリニアリティ特性に劣るという問題がある。

#### 【0005】

図12はマイクロリニアリティ特性を説明するグラフであり、前記マイクロリニアリティ特性は以下のように定義される。まず最初に、抵抗体の表面に対して摺動子が直線的にスライド可能とされたスライド型の可変抵抗器の場合について説明する。

#### 【0006】

図12に示すグラフでは、抵抗体パターンでの摺動子の摺動方向の長さLに対して定格電圧V<sub>in</sub>を印加し、抵抗体パターン上を摺動する摺動子からの出力Vを縦軸に示し、抵抗体パターン上での摺動子の位置Xを横軸に示したものである。抵抗体の抵抗率が位置によらず一定であるという前提のもとでは、摺動子が抵抗

体上の任意の点から $\Delta X$ だけ移動したときの出力変化は $V_{in}/L$ なる傾きを有する理想直線Pで示されるはずである。

## 【0007】

理想直線Pにおいては、摺動子がA点からB点まで $\Delta X$ だけ移動した場合の基準出力変位は $\Delta V = (\Delta X/L) \times V_{in}$ と表すことができるが、実際の出力Sは理想直線Pから外れる。式1に示すように、マイクロリニアリティ特性は、点A、Bでの実際の出力 $V_A$ 、 $V_B$ の出力差 $V_B - V_A$ から基準出力変位の差分を求め、この差を印加電圧に対する百分率で求めたものとして規定される。マイクロリニアリティ特性は0%に近いほど高精度である。また、高性能を要求される位置センサでは、実際の出力Sが理想直線Pに近い特に優れたマイクロリニアリティ特性を示す。

## 【0008】

## 【式1】

$$\text{マイクロリニアリティ} = \frac{(V_B - V_A) - (\frac{\Delta X}{L})V_{in}}{V_{in}} \times 100$$

## 【0009】

ただし、

$V_A$ ：摺動子が抵抗体上の点Aにあるときの出力値

$V_B$ ：摺動子が抵抗体上の点Bにあるときの出力値

$V_{in}$ ：抵抗体長さL方向への印加電圧

$\Delta X$ ：点A、B間の距離

L：抵抗体長さ

## 【0010】

次に、図13に示すような馬蹄形状（円弧形状）の抵抗体に摺動子が回転可能に装着される回転型の可変抵抗器の場合のマイクロリニアリティは式2のように定義されるが、その考え方は前記スライド型の可変抵抗器と同様である。

## 【0011】

## 【式2】

$$\text{マイクロリニアリティ} = \left( \frac{\Delta V}{V_{in}} - \frac{\Delta \theta}{\Theta} \right) \times 100$$

## 【0012】

ただし、

$V_{in}$ ：印加電圧

$\Delta V$ ：測定間の出力電圧差 ( $= V_B - V_A$ )

$\Theta$ ：電極間の角度

$\Delta \theta$ ： $\angle A$ と $\angle B$ 間の角度差 (測定パターン間角度)

## 【0013】

本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、耐摩耗性に優れ長い動作寿命を得ることができるとともにマイクロリニアリティ特性にも優れた可変抵抗器を提供することを目的としている。

## 【0014】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、抵抗体と、前記抵抗体の表面を摺動する摺動子を備えた可変抵抗器において、

前記抵抗体が、バインダー樹脂中に少なくともカーボンブラックと第1の補強材を分散させた第1の抵抗層と、バインダー樹脂中に少なくともカーボンブラックと前記第1の補強材よりも平均粒子径の小さな第2の補強材を分散させた第2の抵抗層とを有しており、前記第1の抵抗層の表面に前記第2の抵抗層が積層されていることを特徴とするものである。

## 【0015】

本発明では、上層側の抵抗層に含まれる補強材の粒子径を下層側の抵抗層に含まれる補強材の粒子径よりも小さくすることにより、抵抗体の表面を平滑にできマイクロリニアリティ特性に優れる。また補強材により抵抗体の表面の耐摩耗性を向上でき、また下層側の抵抗層に粒子径の大きい第1の補強材が設けられていることにより、抵抗体全体の強度を高くできる。

## 【0016】

上記において、前記第2の補強材の平均粒子径が、0.1  $\mu$ m以上1  $\mu$ m未満が好ましい。

## 【0017】

前記第2の補強材の平均粒子径が0.1  $\mu$ m未満であると、補強材としての機能を十分に果たすことができず抵抗体表面の摺動寿命が劣化する。また1  $\mu$ m以上あると抵抗体表面の粗さが粗くなつてマイクロリニアリティ特性を劣化させる。

## 【0018】

この場合、前記第2の補強材が球状粒子であるものが好ましい。

第2の補強材を球状粒子とすると、抵抗体表面の凹凸が緩和されて滑らかになるため、耐摩耗性とマイクロリニアリティ特性の両方を向上させることができる。

## 【0019】

また前記第2の抵抗層内に含まれる前記第2の補強材の含有率が、5体積%～30体積%の範囲であるものが好ましく、より好ましくは7体積%～25体積%の範囲である。

## 【0020】

前記第2の補強材の含有率が、5体積%よりも少ない場合には補強材としての効果に乏しい。また前記含有率が30体積%を越える場合には、抵抗ペーストにしたときの印刷適性が悪くなるとともに、抵抗体自体が脆くなつて耐摩耗性が劣化しやすくなる。

## 【0021】

また前記第1の補強材の平均粒子径が1  $\mu$ m以上10  $\mu$ m以下であるものが好ましい。

## 【0022】

下層部を形成する前記第1の補強材の平均粒子径が1  $\mu$ m未満である場合には、上層部の第2の抵抗層と同程度の摺動寿命特性しか得ることができず、耐摩耗性に劣る。また平均粒子径が10  $\mu$ mを越える場合には、下層部の表面に上層部として第2の抵抗層を形成しても抵抗体表面の粗さを充分に吸収することができ

ないため、マイクロリニアリティ特性を満足することができなくなる。

【0023】

さらには、前記第1の補強材が、カーボンファイバーを粉碎したものが好ましい。

【0024】

この場合の粉碎カーボンファイバーは纖維形態が壊れるまでに粉碎されたものが好ましく、このような粉碎カーボンファイバーを第1の抵抗層に含めることにより、抵抗体全体の摺動による寿命を向上させることができる。しかも、このような第1の抵抗層の表面に、第2の補強材を含む第2の抵抗層を積層することにより抵抗体表面の平滑化が容易となる。

【0025】

【発明の実施の形態】

図1は本発明における可変抵抗器の抵抗体の断面図、図2は抵抗体の補強材として使用されるカーボンファイバーの電子顕微鏡写真、図3は抵抗体の補強材として使用される粉碎カーボンファイバーの電子顕微鏡写真、図4は抵抗体の補強材として使用される大粒径カーボンブラック（サーマルブラック）の電子顕微鏡写真である。

【0026】

図1に示すように、抵抗体1は絶縁基板2の表面に下層部として第1の抵抗層3が設けられ、前記下層部の表面に上層部として第2の抵抗層4が積層された2層構造である。前記第1の抵抗層3は、熱硬化性のバインダー樹脂内に導電材としてのカーボンブラック5と第1の補強材6を分散させたものであり、前記上層部の第2の抵抗層4も前記同様のバインダー樹脂内に導電材としてのカーボンブラック5と第2の補強材7を分散させたものである。

【0027】

前記抵抗体1は以下のような手段を用いて製造される。

前記抵抗体1の製造には、前記第1の抵抗層3を形成する第1の抵抗ペーストと、前記第2の抵抗層4を形成する第2の抵抗ペーストが用いられる。

【0028】

前記第1の抵抗ペーストは、所定の溶剤で溶かした熱硬化性のバインダー樹脂溶液中に、前記導電性のカーボンブラック5および第1の補強材6を混入させたものである。また第2の抵抗ペーストは、所定の溶剤で溶かした熱硬化性のバインダー樹脂溶液中に、前記導電性のカーボンブラック5および第2の補強材7を混入させたものである。

## 【0029】

前記第1及び第2の抵抗ペースト中のバインダー樹脂としては、例えばフェノールホルムアルデヒド樹脂、キシレン変性フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、メラニン樹脂、アクリル樹脂、アクリレート樹脂、フルフリル樹脂などが使用可能であるが、これらに限定されるものではなく、後述する溶剤に溶かすことができればその他の樹脂であってもよい。

## 【0030】

前記溶剤としては、上記バインダー樹脂を溶解することができるものであればよく、例えばグリコール系、エステル系、エーテル系等の中から1種、または2種以上を選択して使用することができる。

## 【0031】

前記第1の補強材6としては、例えば図2に示すような市販のミルドカーボンファイバー、チョップカーボンファイバーを更に粉碎機で平均粒径1μm～10μmに粉碎した粉碎カーボンファイバー（図3参照）が好適に用いられる。

## 【0032】

前記第2の補強材7としては、電子顕微鏡法によって測定したときの平均粒子径が、0.1μm以上1μm未満の球状粒子が望ましく、例えばカーボンブラックに分類される粒子径の大きいサーマルブラック（図4参照）やカーボンビーズなどの導電性粒子である。あるいはシリカ粒子、アルミナ粒子など無機フィラーであってもよい。

## 【0033】

前記第2の補強材7を添加すると、抵抗体1の動作寿命を向上させることができるとともに抵抗体1の表面粗さへの影響を小さくできる。また第2の補強材7としてのサーマルブラックは前記バインダー樹脂内への分散性に優れており、し

かも導電性を備えているために摺動子と抵抗体1との間の接触抵抗を増加させる要因になり難いので好適といえる。

## 【0034】

前記カーボンブラック5としては、アセチレンブラック、ファーネスブラック、チャンネルブラック等を使用できる。前記アセチレンブラックは分岐構造が発達し、それ自体で若干の補強効果を有する点、および抵抗体1の抵抗値の経時的变化を少なくできる点などから、特に有効な材料である。

## 【0035】

上記の各材料が、必要とされる所定量だけ秤量され、分散混合装置によって混練されることによって前記第1の抵抗ペーストと第2の抵抗ペーストがそれぞれ生成される。

## 【0036】

上記のようにして製造された抵抗ペーストは公知のスクリーン印刷法により絶縁基板2の上に印刷される。最初に絶縁基板2には抵抗層の両端に位置する電極が公知の銀などを含有する導電性ペーストを印刷し、溶媒を乾燥させた後にバインダー樹脂を熱硬化させることによって形成される。次に、前記第1の抵抗ペーストが前記銀などの導電性パターンを覆ってつなぐように印刷され、乾燥されて溶媒が除かれ、バインダー樹脂が熱硬化されて下層部となる第1の抵抗層3が形成される。さらに、前記第1の抵抗層3の表面に第2の抵抗ペーストが印刷され、乾燥され、熱硬化されて上層部としての第2の抵抗層4が形成される。

## 【0037】

前記印刷に使用されるスクリーンは、硬化後の抵抗層の膜厚によって400メッシュから100メッシュのスクリーンが使用される。印刷後の乾燥、硬化の工程は、上記の順序のほかに、第1の抵抗層3用の前記第1の抵抗ペースト印刷乾燥後の硬化工程を省いて第2の抵抗層4用の第2の抵抗ペースト印刷後のみ第1の抵抗ペースト（抵抗層）とともに硬化させることもできる。

## 【0038】

抵抗体1は馬蹄形状（円弧形状）または細長形状に形成され、前者の場合は基板に対して摺動子が回転可能に、また後者の場合は基板に対して摺動子がスライ

ド可能に装着されることにより、回転型あるいはスライド型の可変抵抗器が得られる。

#### 【0039】

上記摺動子としては、長期の摺動においても抵抗体1と良好な接触を保ち得る貴金属製の材料が用いられ、具体的には洋白の表面に金メッキや銀メッキを施したものや、パラジューム、銀、白金あるいは金などを主体とする合金を使用することができる。特に、高温で表面酸化が懸念される場合、安定した接触状態を維持するために貴金属合金を用いることが望ましい。

#### 【0040】

前記抵抗体1を備えた可変抵抗器は、下層側の抵抗層に粒子径の粗い補強材を含ませることにより、抵抗体の表面の耐摩耗性を向上させることができる。また上層側の抵抗層に含まれる補強材の粒子径を前記下層側の補強材の粒子径よりも小さくすることにより、抵抗体1の表面が平滑となるため、マイクロリニアリティ特性が優れたものになる。

#### 【0041】

以下には、マイクロリニアリティ特性と耐摩耗性に關し、複数の実施例または比較例として製造した抵抗体について説明する。

#### 【0042】

##### 【実施例】

##### ＜実施例1＞

以下の表1および表2に示す配合表に従って、第1の抵抗ペーストと第2の抵抗ペーストを生成した。

#### 【0043】

【表1】

## 第1の抵抗ペースト

配合成分	材料	秤量[g]	粒子径[ $\mu\text{m}$ ]
バインダー樹脂	フェノール樹脂	387	—
導電材	カーボンブラック (アセチレンブラック)	93	0.04
第1の補強材6	粉碎カーボンファイバー	126	3
溶剤	カルビトール	394	—

【0044】

【表2】

## 第2の抵抗ペースト

配合成分	材料	秤量[g]	粒子径[ $\mu\text{m}$ ]
バインダー樹脂	フェノール樹脂	433	—
導電材	カーボンブラック (アセチレンブラック)	73	0.04
第2の補強材7	サーマルブラック	81	0.35
溶剤	カルビトール	413	—

【0045】

第1の抵抗層3用の第1のペーストを適宜のメッシュのスクリーンを用いて予め銀電極を形成したガラスエポキシ製の絶縁基板2上に印刷し、乾燥して第1の抵抗層3を形成した後、前記第1の抵抗層3の表面に第2の抵抗層4用の第2の抵抗ペーストを印刷し、乾燥後240°Cにおいて10分間硬化して図1に示す抵抗体1を形成した。

【0046】

上記配合中のカーボンブラック(アセチレンブラック)は導電性を付与するための材料であり、前記第1、第2の補強材6、7とは異なり、平均粒子径が0.04 $\mu\text{m}$ と極めて小さい。

## 【0047】

なお、前記第1の補強材6の粉碎カーボンファイバーの平均粒子径（3  $\mu\text{m}$ ）は、JIS-Z-8825で規定されるレーザー回折法による測定結果を、JIS-Z-8819に従って算術平均粒子径として表現したものである。また第2の補強材7のサーマルブラックの平均粒子径（0.35  $\mu\text{m}$ ）は電子顕微鏡法により測定したものである。

## 【0048】

## &lt;実施例2&gt;

実施例2は、前記実施例1の表2に示す第2の抵抗ペーストに第2の補強材7として含まれているサーマルブラック（平均粒子径0.35  $\mu\text{m}$ ）を平均粒子径0.12  $\mu\text{m}$ のカーボンブラック（秤量81g）に代えたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体を形成したものである。

## 【0049】

## &lt;実施例3&gt;

実施例3は、前記実施例1の表2に示す第2の抵抗ペーストに第2の補強材7として含まれているサーマルブラック（平均粒子径0.35  $\mu\text{m}$ ）を平均粒子径0.90  $\mu\text{m}$ （レーザー回折法で測定）の粉碎カーボンファイバー（秤量81g）に代えたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体を形成したものである。

## 【0050】

## &lt;実施例4&gt;

実施例4は、前記実施例1の表1に示す第1の抵抗ペーストに第1の補強材6として含まれている粉碎カーボンファイバー（平均粒子径3  $\mu\text{m}$ ）を平均粒子径7  $\mu\text{m}$ の粉碎カーボンファイバー（レーザー回折法で測定）に代えたもので、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体を形成したものである。

## 【0051】

## &lt;実施例5&gt;

実施例5は、前記実施例1の表2に示す第2の抵抗ペーストに第2の補強材7として含まれているサーマルブラック（平均粒子径0.35  $\mu\text{m}$ ）を平均粒子径

0. 4  $\mu$  mの酸化チタン（電子顕微鏡法で測定）に代えたもので、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体を形成したものである。

## 【0052】

## &lt;実施例6&gt;

実施例6は、前記表1に示す第1の抵抗ペーストに第1の補強材6として含まれる粉碎カーボンファイバー（平均粒子径3  $\mu$  m）を平均粒子径0. 90  $\mu$  m（レーザー回折法で測定）の粉碎カーボンファイバーに代えたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体を形成したものである。

## 【0053】

次に、比較例として製造した抵抗体について説明する。

図5ないし図8は、比較例1ないし4として示す抵抗体の断面図を示している。

## 【0054】

## &lt;比較例1&gt;

図5に示す比較例1の抵抗体11は、前記実施例1（表1参照）の下層部を形成する第1の抵抗ペースト中に第1の補強材6として含まれている粉碎カーボンファイバー（平均粒子径3  $\mu$  m）を平均直径8  $\mu$  m、平均纖維長30  $\mu$  mのカーボンファイバー12に代えるとともに、表2に示す上層部を形成する第2の抵抗ペースト中から第2の補強材7としてのサーマルブラック（平均粒子径0. 35  $\mu$  m）を除いたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体11を形成したものである。

## 【0055】

## &lt;比較例2&gt;

図6に示す比較例2の抵抗体21は、前記実施例1の表2に示される上層部を形成する第2の抵抗ペースト中から第2の補強材7としてのサーマルブラック（平均粒子径0. 35  $\mu$  m）を除いたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体21を形成したものである。

## 【0056】

## &lt;比較例3&gt;

図7に示す比較例3の抵抗体31は、第1の抵抗ペーストで形成された第1の抵抗層3の表面に同じ第1の抵抗ペーストを印刷することにより、第1の抵抗層3を重ねて下層部と上層部としたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体31を形成したものである。

## 【0057】

## &lt;比較例4&gt;

図8に示す比較例4の抵抗体41は、下層部に第2の抵抗ペーストを印刷して第1の抵抗層3を形成した後、その表面に同じ第2の抵抗ペーストを印刷することにより、上層部に第2の抵抗層4を形成としたものであり、それ以外は実施例1と同じ方法で抵抗体41を形成したものである。

## 【0058】

## (抵抗体の測定及び試験)

上記実施例1ないし6及び比較例1ないし4で得られた各抵抗体について、抵抗体の表面粗さ（中心線平均粗さRa）の測定、及びマイクロリニアリティ特性の初期測定を行った後、摺動寿命試験を行った。なお、以下においては馬蹄形状（円弧形状）の抵抗体（図13参照）の表面上を摺動子が回転移動する回転型の可変抵抗器を使用している。

## 【0059】

## (測定及び試験の方法)

前記抵抗体表面粗さの測定は、市販の接触式表面粗さ形状測定機（（株）東京精密製、表面粗さ形状測定装置、サーフコム200C）を使用して測定を行った。

## 【0060】

測定条件はJIS B 0601-1982規格に準拠した中心線平均粗さRaを用い、カットオフ値は0.25mmとした。また、実施例及び比較例のサンプルにおいて動作寿命、即ち摺動寿命試験を行った。この試験において、摺動子はPt、Ag、Pd、Cuの合金からなり、形状は厚さ0.07mm、幅0.35mmの接点を8本有し、接触荷重は全体で0.274N（28gf）である。

## 【0061】

抵抗体と摺動子を組み込んだ可変抵抗器の状態で試験を行い、摺動子を500万回摺動させた後、前記抵抗体の摩耗状態を表面粗さ形状測定装置にて測定した。

## 【0062】

(測定及び試験の結果)

図9は本発明として図1に示される実施例1の抵抗体のマイクロリニアリティ特性を示すグラフ、図10は図5に示される比較例1の抵抗体のマイクロリニアリティ特性を示すグラフである。

## 【0063】

図9および図10に示すグラフでは、横軸が抵抗体の回転方向の測定点を示し、縦軸がマイクロリニアリティを示している。

## 【0064】

また図11は抵抗体の表面粗さとマイクロリニアリティとの関係を示すグラフであり、縦軸の $\sigma$ は抵抗体表面の約900の測定点におけるマイクロリニアリティの標準偏差を示し、横軸は中心線平均粗さ（抵抗体表面粗さ）Raを示している。

## 【0065】

図9および図10から、比較例1に示す抵抗体11に比べて実施例1に示す抵抗体1の方がマイクロリニアリティ特性に優れていることがわかる。

## 【0066】

また図11から、中心線平均粗さRaが粗くなるほど、マイクロリニアリティの標準偏差 $\sigma$ も大きくなることがわかる。すなわち、中心線表面粗さRaとマイクロリニアリティとの関係はほぼ比例関係にあり、中心線平均粗さRaが粗くなるほど、各測定点における個々のマイクロリニアリティは、マイクロリニアリティ全体の平均値からかけ離れていくことがわかる。

## 【0067】

なお、図11は中心線平均粗さRaとマイクロリニアリティとの相関関係を説明するためのグラフであり、上述した実施例及び比較例にとらわれず、それ以外のデータもプロットしている。

【0068】

表3は、各実施例及び各比較例の表面粗さとマイクロリニアリティ特性の測定結果、及び摺動寿命試験後の抵抗体の耐摩耗性の測定結果を示すものである。

【0069】

表4は図1に示す抵抗体1（実施例1）において、上層部の第2の抵抗層4に含まれる第2の補強材の配合量に対する摺動寿命特性と抵抗ペーストの印刷性を示すものである。なお、下層部の第1の抵抗体3は全て実施例1の粉碎カーボンファイバー（平均粒子径3μm）を添加した抵抗体を用いたものである。

【0070】

【表3】

	下層部の第1の 補強材の粒径(μm)	上層部の第2の 補強材の粒径(μm)	抵抗体表面粗さ (μm)	マイクロ リニアリティー	摺動寿命特性 (抵抗体の耐摩耗性)
実施例1	3	0.35	0.20Ra	◎	◎
実施例2	3	0.12	0.19Ra	◎	○
実施例3	3	0.90	0.25Ra	○	◎
実施例4	7	0.35	0.23Ra	◎	◎
実施例5	3	0.4	0.21Ra	○	◎
実施例6	0.90	0.35	0.20Ra	○	△～○
比較例1	直径8-繊維長30	補強材なし	0.50Ra	×	◎
比較例2	3	補強材なし	0.18Ra	◎	×
比較例3	3	3	0.38Ra	×	◎
比較例4	0.35	0.35	0.20Ra	○	×～△

【0071】

【表4】

第2の補強材の配合量 (体積%)	摺動寿命特性 (抵抗体の耐摩耗性)	抵抗ペーストの 印刷性
3	×～△	◎
5	○	◎
7	◎	◎
10	◎	◎
20	◎	◎
25	◎	◎
30	○	○
35	△	×～△

## 【0072】

表3および表4中の◎は測定結果が極めて良好な範囲を示し、×は実用に耐えないという評価結果を示す。また△～○は、前記◎または×の領域にはない中間的性能にあることを表しており、△は×よりも優れているが○よりも劣るものであり、○は△よりも優れているが◎よりも劣るもので、×～△との境界領域に位置すると判断したものである。なお、表3の抵抗体表面粗さRaは、図11において0.24μm以下のものを◎、0.3μm以下のものを○とみなしたものである。また耐摩耗性については、摺動子を5000万回摺動させた後、前記抵抗体の摩耗状態を表面粗さ形状測定装置で測定したときに、抵抗体の摩耗量が2.5μm未満の場合を◎、2.5μm以上3.5μm未満の場合を○、3.5μm以上4.5μm未満の場合を△、4.5μm以上の場合を×としたものである。

## 【0073】

また表4の抵抗ペーストの印刷性については、抵抗ペーストの性状により必要に応じて適宜希釀溶媒を添加して調整を行うこととし、それでも印刷性が改善されないもの、または印刷塗膜が均質でないものを、印刷性の劣化とみなしたものである。

## 【0074】

表3に示すように、比較例1および3では抵抗体表面粗さRaが悪く、マイク

ロリニアリティが劣っている。これは、比較例1のものは、下層部の第1の補強材の粒径が大きすぎ、その表面粗さを上層部の第2の抵抗層で吸収することができないためであり、比較例3のものは上層部の第2の抵抗層の補強材が下層部と変わらず3μmと大きいことによるものと考えられる。比較例2では補強材が未添加の上層部の第2の抵抗層が1000万回未満の早期に摩耗し、短時間に大量の摩耗粉が発生するため、このような抵抗層を実際に使用すると接触抵抗が増大するという問題が発生しやすい。また比較例4では下層部の第1の抵抗層に補強材として添加するフィラーの粒子径が小さいため、抵抗層全体としての強度が不足し、摺動寿命特性が劣った結果となっている。

#### 【0075】

また表3に示すように、上層部を形成する第2の抵抗ペーストに第2の補強材を添加した実施例1ないし6の各抵抗層は、補強材が未添加の抵抗層(比較例2)と同等レベルの表面粗さを示し、マイクロリニアリティ特性に優れることがわかる。さらに比較例4に示すように、平均粒子径0.35μmの第2の補強材は、単独では5000万回の摺動寿命を満足しないが、比較例2に示す補強材が未添加の抵抗層との比較においては優れた摺動寿命特性を示す。また同じ第1の抵抗層を下層部とした比較例2と実施例1とを比較すると、上層部に平均粒子径0.35μmの第2の補強材を添加した実施例1の方が極めて優れた摺動寿命特性を示している。これらのことから、摺動子が摺動する上層部の抵抗層に補強材を添加することによっても摺動寿命特性が向上することがわかる。また実施例1、実施例6、比較例4との比較から、摺動寿命特性は下層部の第1の補強材の粒子径が大きいほど優れていることがわかる。従って、実施例1ないし6に示すように、粒子径の大きい第1の補強材が添加された第1の抵抗層3からなる下層部と、それよりも粒子径の小さな第2の補強材が添加された第2の抵抗層4からなる上層部とを組み合わせることにより、マイクロリニアリティと耐摩耗性という相反する特性を共に満足することが可能となる。

#### 【0076】

すなわち、下層部の第1の抵抗層3を形成する第1の抵抗ペーストに摺動寿命を向上させる第1の補強材を含有させるとともに、上層部側の第2の抵抗層4を

形成する第2の抵抗ペースト中に抵抗体表面粗さR<sub>a</sub>を緩和するのに最適な粒子径からなる第2の補強材を含有させることにより、マイクロリニアリティ特性と摺動寿命特性とを両立させることができる。

## 【0077】

なお、前記第1の補強材は、硬化後の下層部の第1の抵抗層3の全体積中に占める含有率が3体積%よりも少ない場合は補強材としての効果が発揮されず、30体積%を越える場合には抵抗ペーストにしたときの印刷適性が悪くなるとともに第1の抵抗層3自体が脆くなつて摺動寿命が短くなりやすい。よつて、前記第1の補強材の含有率は3～30体積%の範囲が好ましく、より好ましくは6～20体積%の範囲である。

## 【0078】

また表4より、図1に示す抵抗体1（実施例1）では、硬化後の上層部の第2の抵抗層4の全体積中に占める第2の補強材の含有率が、5～30体積%の範囲であればよく、さらに好ましくは7～25体積%の範囲であることがわかる。

## 【0079】

なお、前記第2の補強材の含有率が、5体積%よりも少ない場合には補強材としての効果が乏しくなる。また前記含有率が30体積%を越える場合には、抵抗ペーストにしたときの印刷適性が悪くなるとともに、抵抗体自体が脆くなつて耐摩耗性が劣化しやすくなる。

## 【0080】

前記表3より、良好なマイクロリニアリティ特性を得る上で、前記抵抗体1の中心線表面粗さR<sub>a</sub>の好ましい範囲は0.3μm以下であり、より好ましい範囲は0.24μm以下である。

## 【0081】

また上層部の抵抗層の厚み寸法は、少なくとも下層部の抵抗層の表面に形成される凹凸を覆い隠す程度が好ましく、結果として抵抗体1の表面粗さR<sub>a</sub>を前記のように設定できるようになる。

## 【0082】

## 【発明の効果】

以上のように本発明では、耐摩耗性（摺動寿命特性）とマイクロリニアリティ特性に優れた可変抵抗器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明における可変抵抗器の抵抗体の断面図、

【図2】

抵抗体の補強材として使用されるカーボンファイバーの電子顕微鏡写真、

【図3】

抵抗体の補強材として使用される粉碎カーボンファイバーの電子顕微鏡写真、

【図4】

抵抗体の補強材として使用される大粒径カーボンブラック（サーマルブラック）の電子顕微鏡写真、

【図5】

比較例1として示す抵抗体の断面図、

【図6】

比較例2として示す抵抗体の断面図、

【図7】

比較例3として示す抵抗体の断面図、

【図8】

比較例4として示す抵抗体の断面図、

【図9】

本発明として図1に示される実施例1の抵抗体のマイクロリニアリティ特性を示すグラフ、

【図10】

図5に示される比較例1の抵抗体のマイクロリニアリティ特性を示すグラフ、

【図11】

抵抗体の表面粗さとマイクロリニアリティとの関係を示すグラフ、

【図12】

マイクロリニアリティ特性を説明するグラフ、

【図13】

回転型の可変抵抗器の場合のマイクロリニアリティの説明図、

【符号の説明】

1 可変抵抗器の抵抗体

2 絶縁基板

3 第1の抵抗層

4 第2の抵抗層

5 カーボンブラック

6 第1の補強材

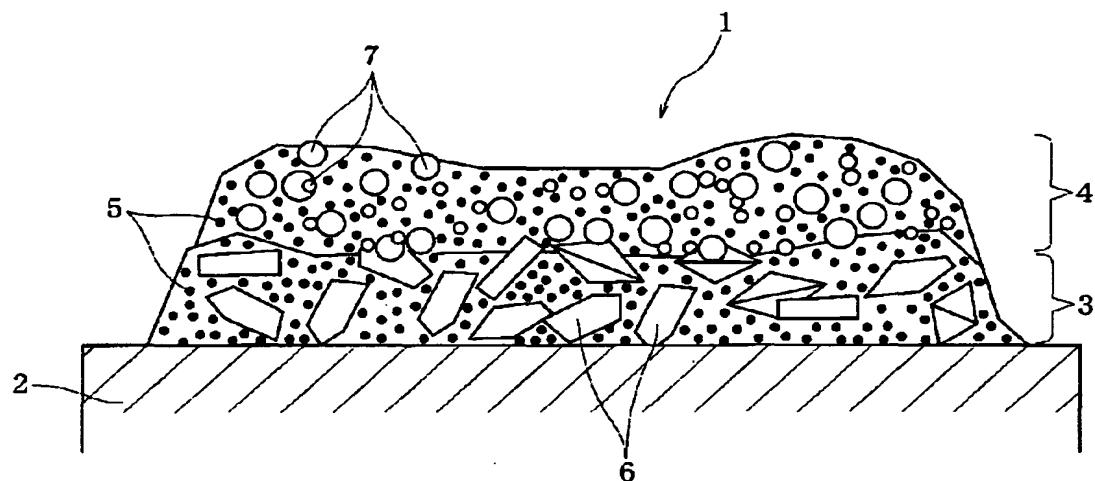
7 第2の補強材

R a 中心線平均粗さ（抵抗体表面粗さ）

【書類名】 図面

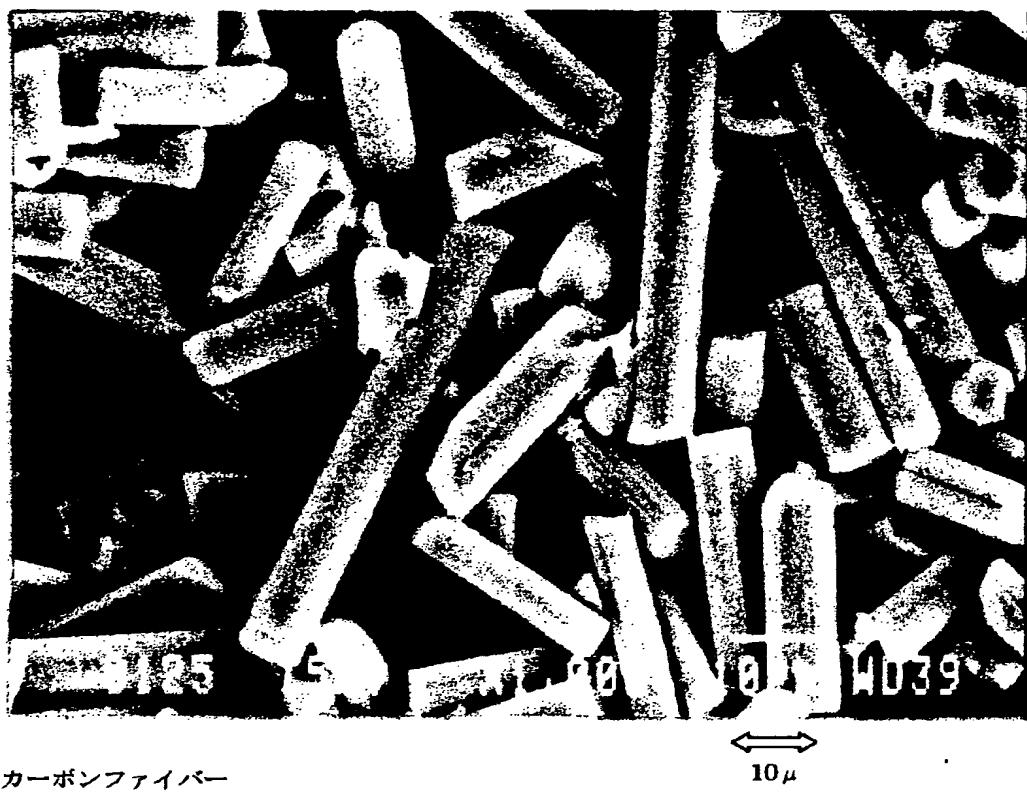
【図1】

図1



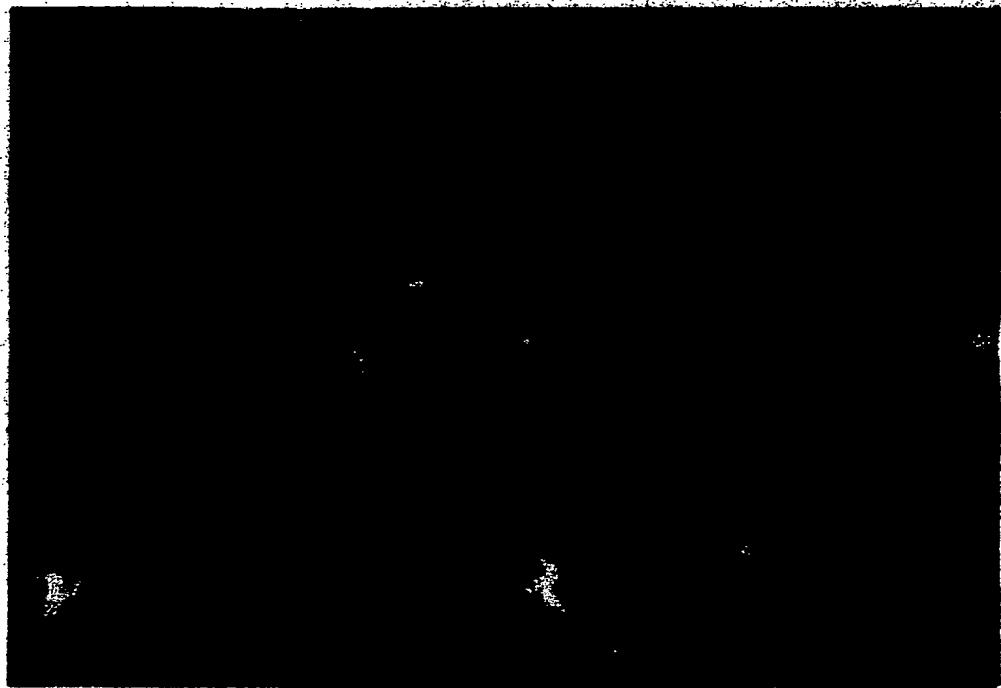
【図2】

【図2】



【図3】

【図3】

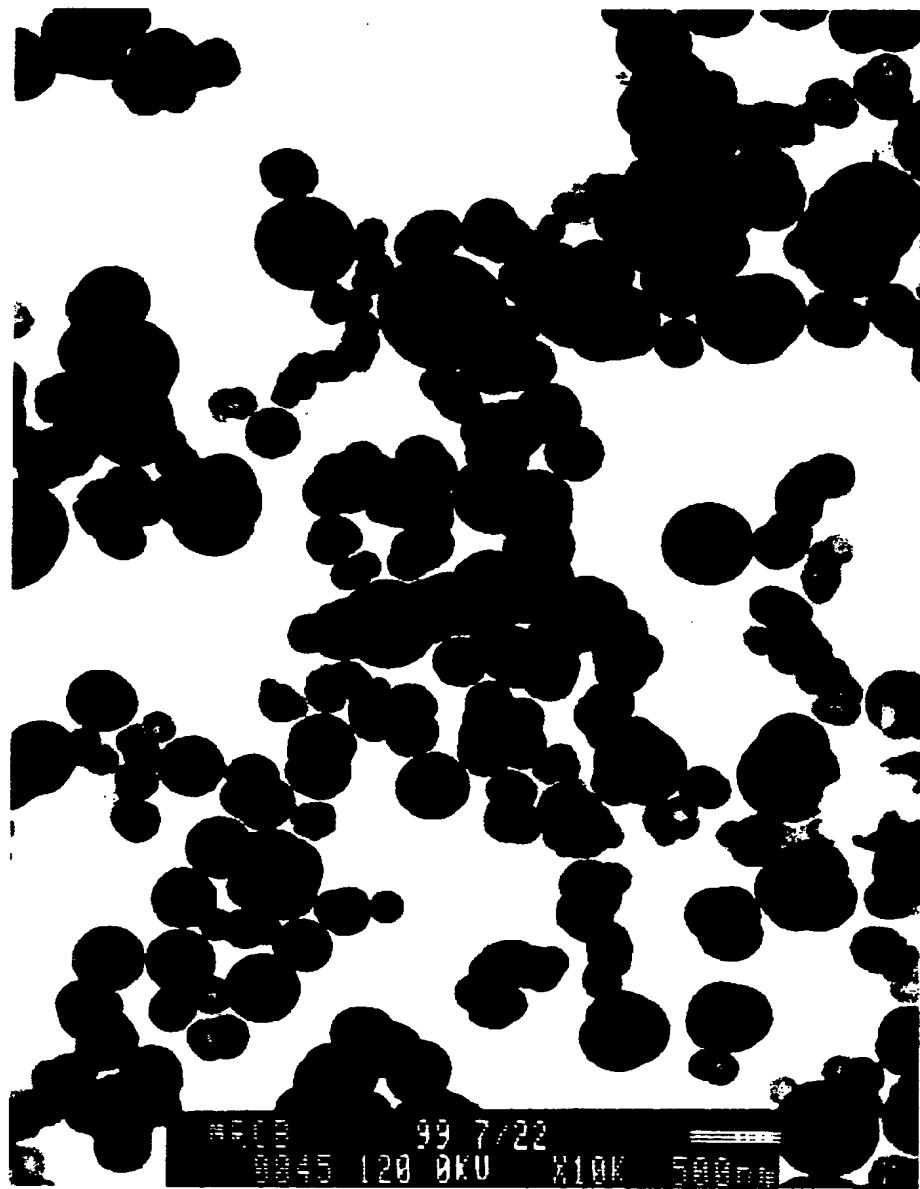


粉碎カーボンファイバー  
\*カーボンファイバーを更に粉碎したもの

↔  
2μ

【図4】

【図4】

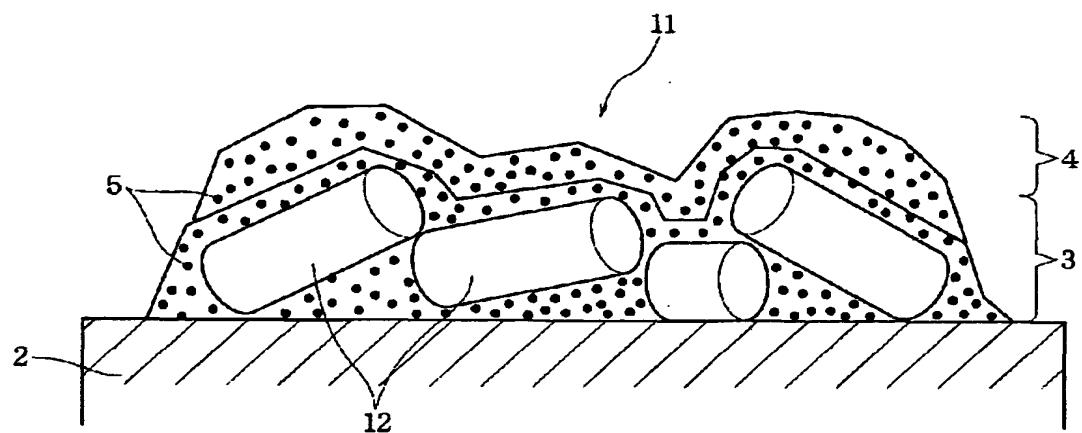


大粒径カーボンブラック (サーマルブラック)

↔  
0.5 μ

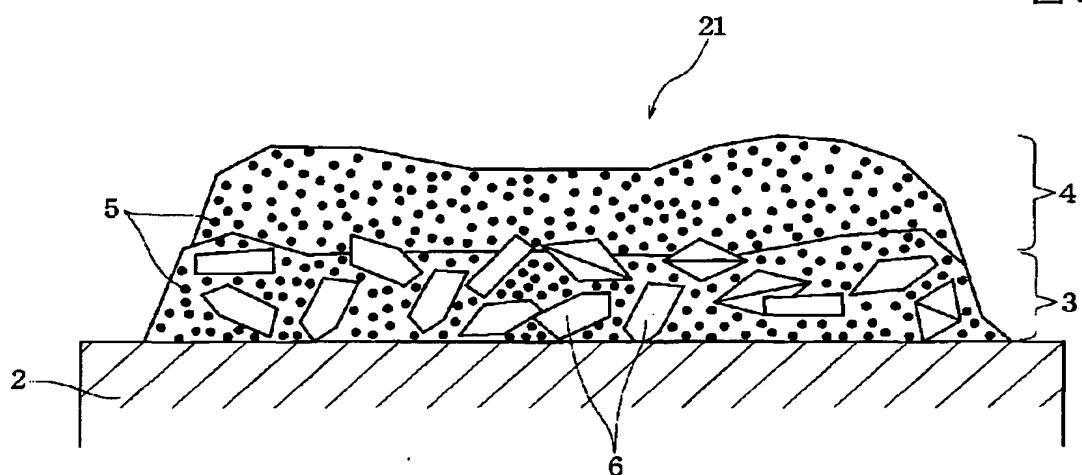
【図5】

図5

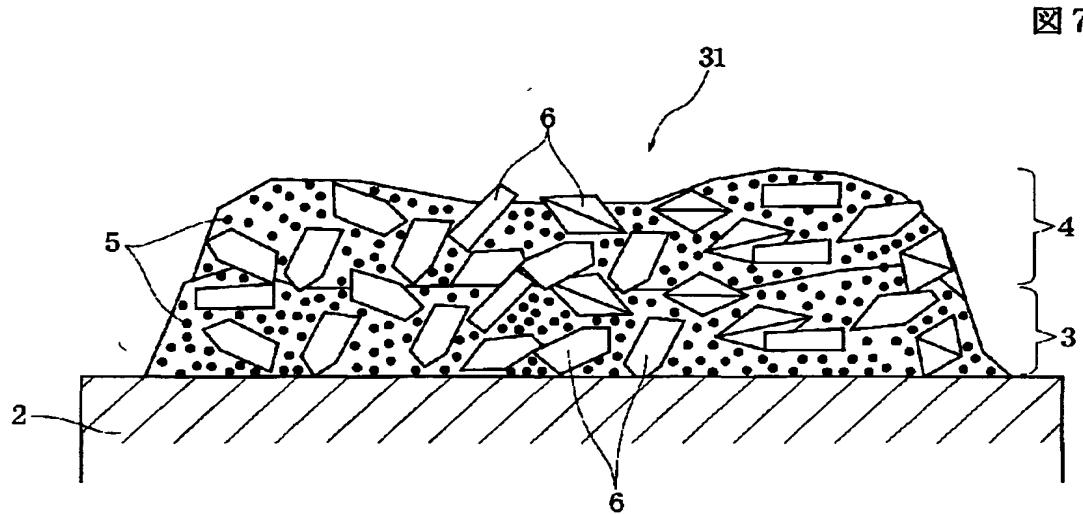


【図6】

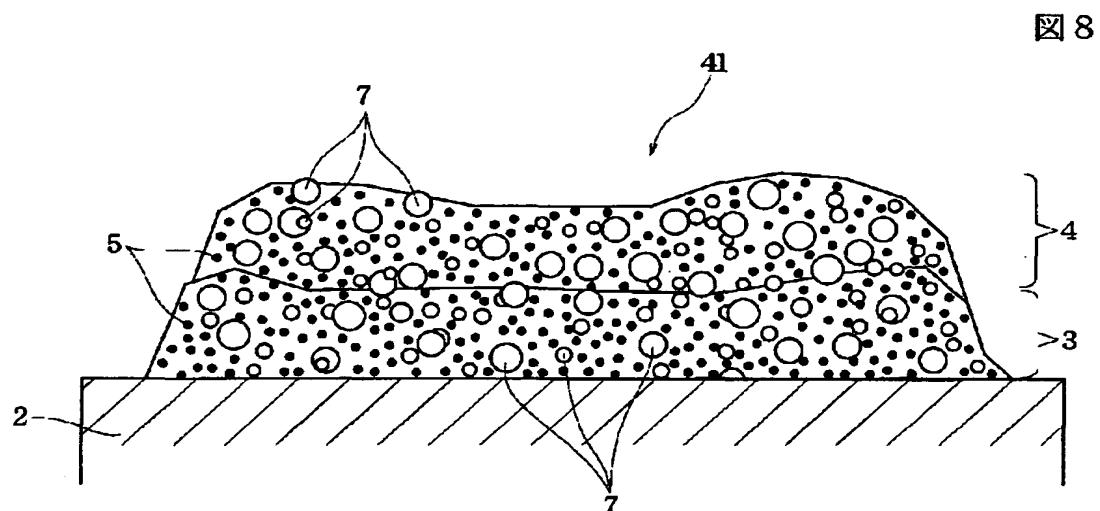
図6



【図7】

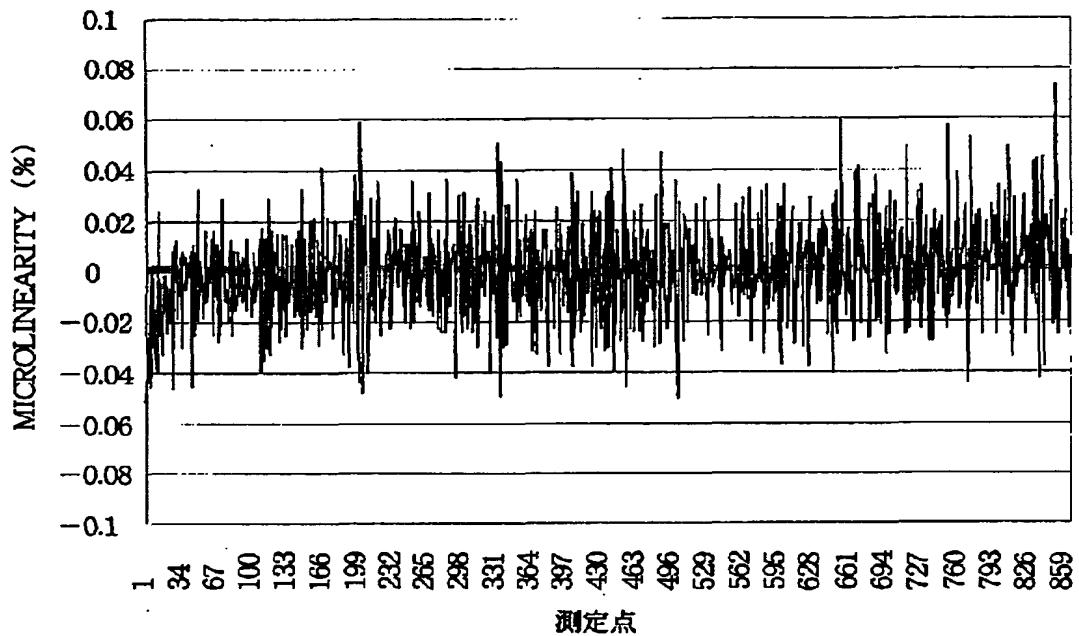


【図8】



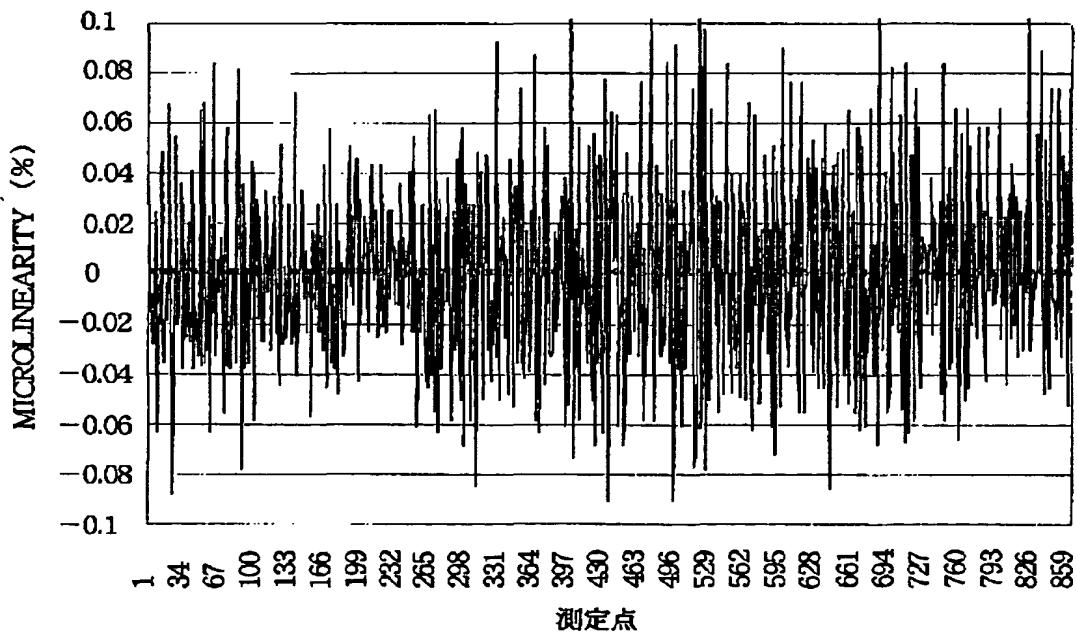
【図9】

図9



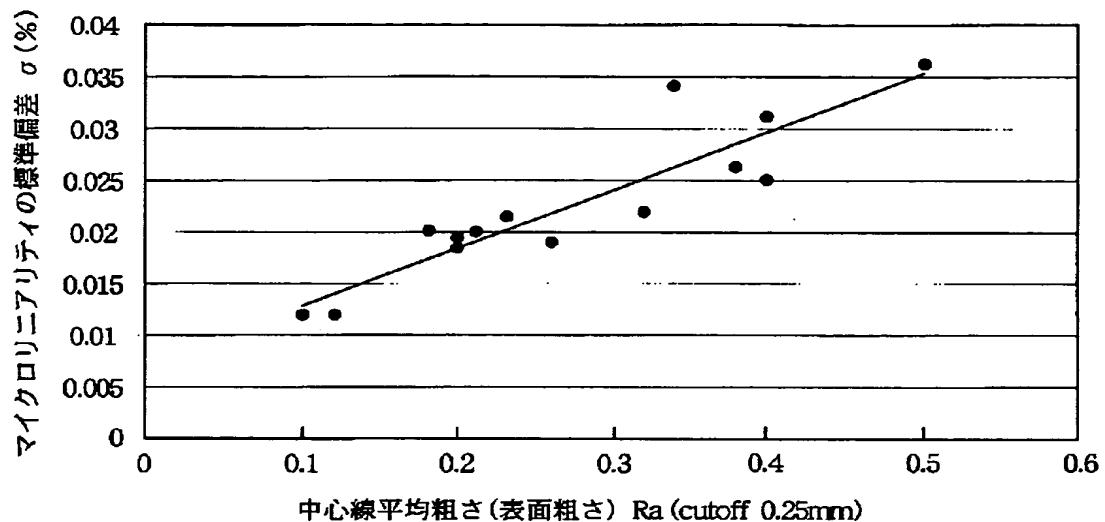
【図10】

図10



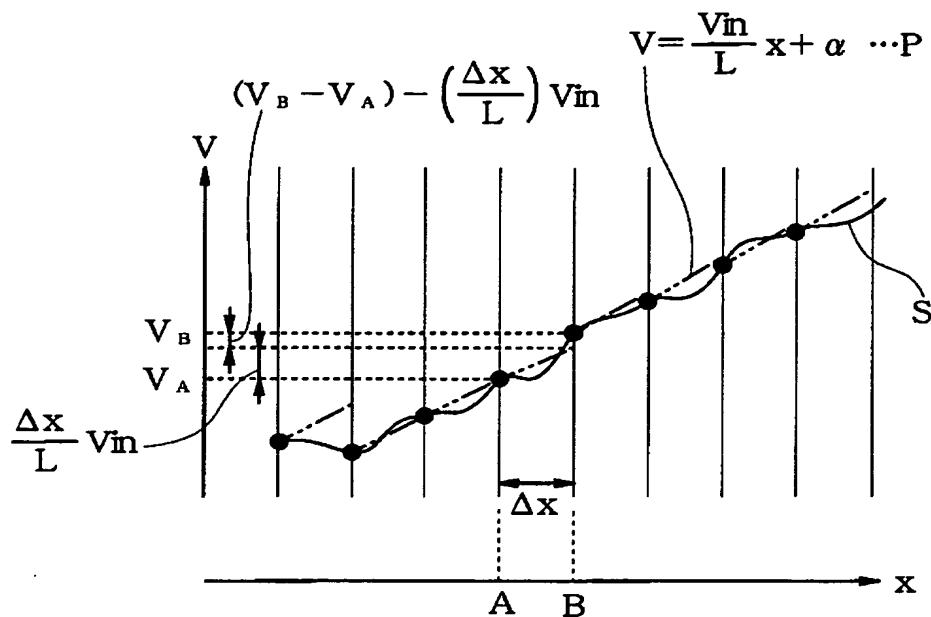
【図11】

図11



【図12】

図12



$V_A$  : 摺動子が抵抗体上の点 A にあるときの出力値

$V_B$  : 摺動子が抵抗体上の点 B にあるときの出力値

$V_{in}$  : 抵抗体長さ  $L$  方向への印加電圧

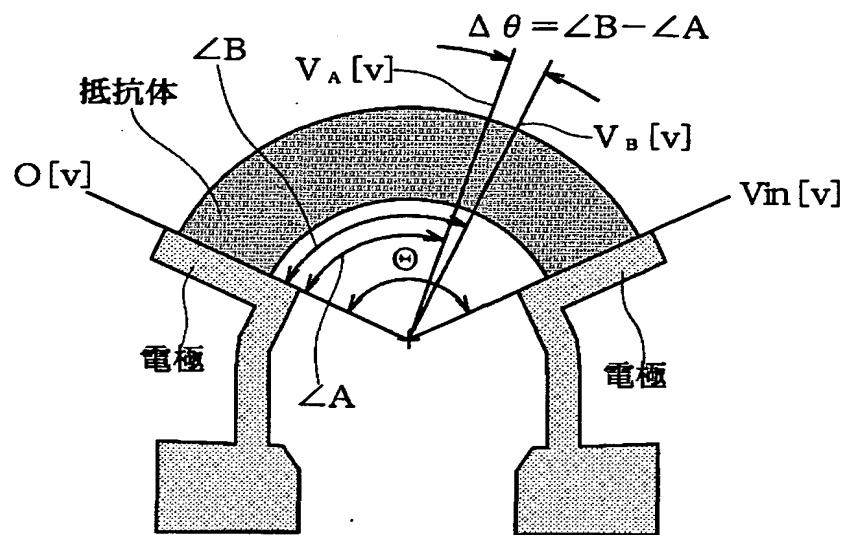
$\Delta x$  : 点 A, B 間の距離

$L$  : 抵抗体長さ

$\alpha$  : 任意切片

【図13】

図13



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐摩耗性（摺動寿命特性）とマイクロリニアリティ特性に優れた可変抵抗器を提供する。

【解決手段】 下層部に導電性のカーボンブラックと第1の補強材6として平均粒子径3  $\mu$ mの粉碎カーボンファイバーを含有させた第1の抵抗層3を形成し、その表面の上層部に導電性のカーボンブラックと第2の補強材7として平均粒子径0.35  $\mu$ mのサーマルブラックを含有させた第2の抵抗層4を積層することにより抵抗体1を形成すると、耐摩耗性（摺動寿命特性）とマイクロリニアリティ特性の両特性に優れた可変抵抗器を提供できる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

氏 名 アルプス電気株式会社